

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 10 月 14 日 (14.10.2004)

PCT

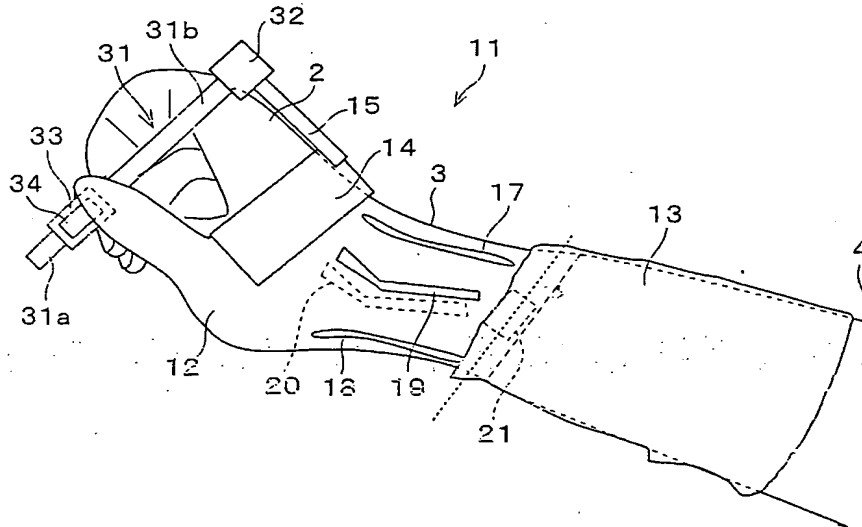
(10) 国際公開番号  
WO 2004/086996 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: A61B 19/00 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004098 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 五谷 寛之  
(22) 国際出願日: 2004 年 3 月 24 日 (24.03.2004) (GOTANI, Hiroyuki).  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 原 謙三 (HARA, Kenzo); 〒5300041 大阪府大  
(26) 国際公開の言語: 日本語 阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル  
(30) 優先権データ: 特願 2003-095905 2003 年 3 月 31 日 (31.03.2003) JP 原謙三国際特許事務所 Osaka (JP).  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND 可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒3320012 埼玉県 BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
川口市本町四丁目 1 番 8 号 Saitama (JP). DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,  
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

/続葉有/

(54) Title: SURGICAL OPERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 手術装置



(57) Abstract: In order to ensure that separate from rotating and moving an arm which supports a needle holder by a slave, the rotation and movement of a pen type operating section (31) caused by the operator's fingers of the hand are directly transmitted as the rotation and movement of the needle holder, as sensors for detecting them there are installed an X-axis torque sensor, Y-axis torque sensor, Z-axis torque sensor, and a rotation detecting potentiometer (33). As a result, the rotation and movement of the pen type operating section (31) caused by the operator's fingers of the hand are transmitted as the rotation and movement of the needle holder in optimum proportions through a computing section. Therefore, when the needle holder is finely moved, a subtle motion of the fingers of the hand can be satisfactorily transmitted. Thereby, it is possible to provide a surgical operation device capable of doing a minute surgical operation with ease.

(57) 要約: スレーブで持針器を支持しているアームを回転・移動するのとは別に、操作者の手の指によるペン型操作部 (31) の回転・移動がそのまま持針器の回転・移動として伝わるように、それらを検知するセンサとしての X 軸トルクセンサ、Y

/続葉有/

WO 2004/086996 A1



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が  
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

軸トルクセンサ、Z軸トルクセンサ、回転検知用ポテンシオメーター（33）を設ける。その結果、操作者の手の  
指によるペン型操作部（31）の回転・移動が、演算部を通じて最適な比率で、持針器の回転・移動として伝わ  
る。したがって、持針器を細かく動かすときに、手の指の微妙な動きを良好に伝えることができる。これにより、  
平易に微小外科手術を行うことができる手術装置を提供することができる。

## 明 細 書

## 手術装置

## 技術分野

本発明は、マスターとスレーブとを用いて微小外科手術を行う手術装置  
5 に関するものである。

## 背景技術

マスターとスレーブとを用いて手術を行う手術装置が種々開発されている。例えば以下の文献などがある。

- 10 特開 2001-137257 号公報（公開日 2001 年 5 月 22 日）  
特開平 7-136173 号公報（公開日 1995 年 5 月 30 日）  
特開平 7-194609 号公報（公開日 1995 年 8 月 1 日）  
特開平 8-117238 号公報（公開日 1996 年 5 月 14 日）  
特開平 7-184929 号公報（公開日 1995 年 7 月 25 日）  
15 COMPUTER-GUIDED MICROSURGERY: SURGICAL EVALUATION OF A TELEROBOTIC ARM (MICROSURGERY Vol. 21 No. 1 (2001) pp. 22-29)

例えば、特開 2001-137257 号公報では、多軸を有するマスターとしての遠隔操作装置と、この遠隔操作装置による遠隔操作によっ  
20 て駆動され、生体内部位の観察及び／または処置を行う多軸を有するスレーブとしての医療用マニピュレーターと、遠隔操作装置からの操作情

報に基づいて対応する医療用マニピュレーターの動作を制御することを開示している。

なお、これらの文献で開示された技術のうち、腹部外科における腹腔鏡視下手術を、ロボットを用いて行うことを目的とするものにおいては、  
5 四肢の微小血管の縫合を目的としていない。また、COMPUTER-GUIDED MICROSURGERY: SURGICAL EVALUATION OF A TELEROBOTIC ARM (MICROSURGERY Vol. 21 No. 1 (2001) pp. 22-29) においては、マイクロサージャリーを目的としているが、  
10 ジョイスティック型の操作装置を使用している。

切断された手指を再接着する等のいわゆるマイクロサージャリー手術を行う場合、微小な血管や神経等に剥離、縫合操作等を行うためにバヨネット式器具である持針器、鉗やピンセットを用いる。手術操作はこれらの器具を通じて行える。肘より末梢の関節で器具を動かすとき、器具  
15 を把持する手指、手、さらには手関節の動きがこれらの器具を動作させるが、このとき器具が動作する自由度は8自由度であると考えられる。しかし、このように手術器具を操作する手関節や指の動作を直感的にスレーブアームへ伝えるマスターアームないし操作装置はない。

本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、多軸  
20 のスレーブアームを、手術時に器具を操作するような直感的な手関節や手、指の操作を行うことで平易に動作させる手術装置を提供することにある。

本発明に係る手術装置は、上記目的を達成するために、操作者の体の動きを検出するマスターと、上記マスターから伝えられる上記検出した操作者の動き情報に応じた動きをすることで組織に対して手術を行うものであって、手術器具または患部を保持する保持具を有するスレーブと

5      を備えた手術装置において、空間中の任意の直交座標系を $X$   $Y$   $Z$  座標軸とすると、上記マスターが、操作者の手の指で保持される先端操作部と、操作者の手の指から上記先端操作部に掛かる圧力を検知する第1センサと、先端操作部の $X$ 方向の移動を検知する第2センサと、先端操作部の $Y$ 方向の移動を検知する第3センサと、先端操作部の $Z$ 方向の移動

10      を検知する第4センサと、先端操作部の、 $Z$ 軸を軸とする回転を検知する第5センサと、操作者の手首の屈曲・伸展を検知する第6センサと、操作者の手首の尺屈・橈屈を検知する第7センサと、操作者の手首の回転を検知する第8センサとを備え、直交座標系である $X'$   $Y'$   $Z'$  座標軸において上記保持具の前進・後退方向を $Z'$  軸とし、 $Z'$  軸とそれぞれ直交する軸を $X'$  軸・ $Y'$  軸とすると、上記スレーブが、上記保持具を支持するアームを有し、上記保持具が、手術器具または患部を挟持する挟持部と、挟持部を支持する基部とを有し、上記挟持部が、第1センサにて検知される先端操作部への圧力に応じた圧力を受けて挟持の程度を増減し、上記基部が、第2センサないし第4センサにて検知される

15      各移動量に応じてそれぞれ $X'$ 、 $Y'$ 、 $Z'$  方向に移動し、第5センサにて検知される回転量に応じて $Z'$  軸を軸として回転し、上記アームが、第6センサおよび第7センサにて検知される運動の量および方向に応じて、上記アーム内の各点を中心として回転し、第8センサにて検知される回転量に応じて、内部の軸の周りに回転することを特徴としている。

20

上記の構成により、第1ないし第8センサによって操作者の手首の回転などだけでなく操作者の手の指による先端操作部への微妙な付勢（移動や回転）をもスレーブに伝えることができる。

したがって、保持具に細かな動作をさせたい場合に、アームの回転や移動を種々組み合わせたりしなくても、操作者の手の指を動かした通りにスレーブの保持具を動かすことができる。

それゆえ、手術装置を使って平易に微小外科手術を行うことができる。

なお、上記マスターが、操作者の指で回されることによって回転運動を行う先端操作部を備え、上記スレーブが、患部に直接触れるアームを保持するものであり、上記先端操作部から伝えられる上記回転運動に応じて、アームと患部との接点とアーム内部とを通る直線を軸として回転運動する保持具を備えたように構成してもよい。

また、本発明に係る手術装置は、上記の構成に加えて、上記第2ないし第4センサがトルクセンサであることを特徴としている。

上記の構成により、上記第2ないし第4センサがトルクセンサであるので、手指によりペン型操作部に微小な力を加えることで術者の意図する動きを入力することが可能となり、さらに、演算部を通して動作比率の変更が可能であるため、大きな移動として伝えることができる。また、ハンドグラブの重量が軽くなる効果も発揮される。したがって、操作者は保持具を動かしたい場合に、手を大きく動かす必要がなく、少し動かすだけで動きを十分伝えることができる。それゆえ、上記の構成による効果に加えて、演算によって動作比率を変更することができるので、手術装置を使っていっそう平易に手術を行うことができる。上記のように、マスターとスレーブ間の動作比率は変更可能であり、各軸ごとに動作比

率が異なっているとしてもよい。

本発明のさらに他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

5

#### 図面の簡単な説明

図 1 (a) は、本発明に係る手術装置におけるマスターの一構成例を示す斜視図であり、図 1 (b) は、手首と前腕用カバーとを示す断面図である。

10 図 2 は、スレーブの一構成例を示す平面図である。

図 3 は、本発明に係る手術装置の一構成例を示すブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の一形態について説明すれば、以下の通りである。

15 本実施形態に係る手術装置は、血管や神経、リンパ管をはじめとする微小組織の剥離、縫合を中心とする手術操作を行うものであり、スレーブとして微小軟部組織縫合支援用マニピュレーターを備えたものである。

20 微小血管（特に直径 1 mm 以下）を縫合するには右手に持針器を把持し 10-0、11-0（縫合針の品番）の先端が 5  $\mu$ m ~ 70  $\mu$ m 程度の針先を正確に血管壁に直角に刺入することが必要である。そのためには先端に繊細な持針器の作用を持つ器具を装着する必要がある。

一般に微小縫合操作を行う際には右側は手関節を回転させることにより針の先端が血管壁に直交するように調節し、針の先端が血管壁に接近した時点で母指、示指、中指をもって把持した器具を針の湾曲に応じて

細かく回転させる動作を行う。針の先端が血管壁を通過している際に血管が小さく移動するなどこの一連の動作の過程で器具の回転軸をX、Y、Z方向に調節する必要がある。

5 微小血管は内腔が閉じていることが多く、左手に把持した微細ピンセットによりこれを拡張する。拡張させるためには左手側のピンセットが右手側の血管内腔に血管の走行に平行にかつ水平面に対して30度前後の角度を持って数百 $\mu$ mから1mm程度挿入されなくてはならない。またピンセットの先端が開く角度が拡張を目的とする血管の直径に応じて数百 $\mu$ mから1mmの幅で正確にコントロールされる必要がある。この際には左右の器具方向が直交する必要がある。

つぎに、針の根元まで血管壁を通過させた針は左手のピンセットと右手の持針器で血管内腔より引き抜く。引き抜いた微小針は右手の持針器で再び把持し、反対側の血管壁に内腔側から通過させる。右手、左手側を使い糸を引き抜く。

15 右手で反体側の血管壁から出た糸を把持し左手のピンセット先端に巻きつけ、左手で最初の血管壁から出ている糸の断端を把持して両側の糸を牽引することにより結ぶ。左右の器具先端の作業範囲が重なっている必要があり、なおかつ接触しないことが必要である。

20 以上の作業を可能にするマニピュレーターは図2に示すような構造をとり、切断された手指の再接着を対象とするとき、作業範囲は10cm $\times$ 10cm $\times$ 5cm（手の大きさ）程度と考えられる。

マニピュレーター50は、対象とする血管をマニピュレーター50の作業範囲のなかに収めるためのアームと、アームを大まかな位置へと位置決めするためのバー60および第1軸61とを備える。アームは、第



5 処理部 5 5、第 6 処理部 5 6、第 7 処理部 5 7、第 8 処理部 5 8、第 2 軸 5 9 の総称である。

アームの先端には、実際に血管を縫合する針や患部自体などを保持する保持具が取り付けられている。保持具は、挟持部と基部とからなる。

5 挟持部は、第 1 処理部 5 1 からなる。基部は、第 2 処理部 5 2、第 3 処理部 5 3、第 4 処理部 5 4 の総称である。第 1 処理部 5 1 は、第 1 挟持片 5 1 a、第 2 挟持片 5 1 b を備え、これらを開閉することで針を挟持する持針器などとして働かせることができる。なお、第 1 処理部 5 1 は、持針器以外にも、ピンセットとし、患部自体をつまむようにすることも  
10 できる。

第 1 処理部 5 1 の第 1 挟持片 5 1 a、第 2 挟持片 5 1 b は、図中、A 方向に示すように開閉運動する。第 2 処理部 5 2 は、図中、B 方向に示すように、上下方向に回転する。第 3 処理部 5 3 は、図中、C 方向に示すように、左右方向に回転する。第 4 処理部 5 4 は、図中、D 方向に示すように、軸方向に伸縮する。第 5 処理部 5 5 は、図中、E 方向に示すように、軸の周りに回転する。第 6 処理部 5 6 は、図中、F 方向に示すように、上下方向に回転する。第 7 処理部 5 7 は、図中、G 方向に示すように、左右方向に回転する。第 8 処理部 5 8 は、図中、H 方向に示すように、軸の周りに回転する。第 2 軸 5 9 は、図中、I 方向に示すように、上下方向に回転する。バー 6 0 は、図中、J 方向に示すように、軸の周りに回転する。第 1 軸 6 1 は、図中、K 方向に示すように、軸の周りに回転するとともに、図中、L 方向に示すように、軸方向に伸縮する。  
15  
20

上述の手の動きをマニピュレーター 5 0 で行う場合、マニピュレーター 5 0 は、操作者の手首相当部位で、尺屈、橈屈に対応して、内部の点

を中心として、少なくとも、機屈 25 度、尺屈 55 度回転し、また、屈曲、伸展に対応して、内部の点を中心として、少なくとも、垂直方向 -30 度 ~ 70 度回転し、また、手首の回転に対応して、内部の二点を結ぶ軸の周りに 180 度回転する。また、空間中の任意の二つの直交座標を X' Y' Z' 座標軸と称するとき、マニピュレーターは、操作者の手の指相当部位で、X' 方向の移動に対応して、内部の点を中心として、少なくとも、水平方向 ± 30 度回転し、また、Y' 方向の移動に対応して、内部の点を中心として、少なくとも、垂直方向 -45 度 ~ 70 度回転し、また、手首の回転に対応して、内部の二点を結ぶ軸の周りに 180 度回転し、また、Z' 方向の移動に対応して、内部の二点を結ぶ軸に平行に、少なくとも 5 cm 伸張する。なお、これらの範囲を包含してこれらよりも広い範囲に可動であってもよい。

一方、手術装置は、マニピュレーター 50 に指令を与えることが一台で可能な、図 1 (a) に示すようなマスター 11 を装備する。なお、ここでは右手を例にとっているが、左手でもよい。そして、マニピュレーターを二つ用意して、両手でそれぞれ操作するように構成し、右手側は持針器とし、左手側はピンセットとするように構成する。すなわち、マスター、スレーブとも、両手分用意するのが基本である。また、手術者一人、助手一人の場合は、マスター 4 個、スレーブ 4 個とすることも可能である。

2、3、4 はそれぞれ、操作者の手、手首、前腕である。

12 は、センサを装着した術者装着グラブ（ハンドグラブ）であり、操作者の手首 3 にかぶせるようになっている。ただし指は露出している。この術者装着グラブ 12 に金属板 14、金属棒 15 を取り付け、金属棒

1 5 を介して、二つの三軸のトルクセンサ 3 2 を強固に術者装着グラブ  
1 2 に固定する。

ペン型操作部 3 1 は、操作者が手の指で鉛筆を握るような形で握ること  
ができる棒状のものである。ペン型操作部 3 1 は、先端であるペン型  
5 操作部前半部 3 1 a と、それに続くペン型操作部後半部 3 1 b とに分か  
れている。ペン型操作部後半部 3 1 b には上記トルクセンサ 3 2 が固定  
されている。一方、ペン型操作部前半部 3 1 a は、操作者が手の指から  
受ける回転力によって、ペン型操作部 3 1 内の 2 点を結ぶ直線を軸とし  
て回転させることが可能である。このペン型操作部前半部 3 1 a の回転  
10 を読みとる回転検知用ポテンシオメータ 3 3（第 5 センサ）がペン型  
操作部後半部 3 1 b に固定されている。

回転検知用ポテンシオメータ 3 3 の表面には感圧センサ材料からなる  
感圧センサ 3 4（第 1 センサ）が貼り付けられている。これにより、  
操作者の手の指から感圧センサ 3 4 へ加えられた圧力が読みとられる。  
15 この圧力の強さに応じて、マニピュレータ 5 0 の保持具すなわち第 1  
処理部 5 1 を開閉させることができるようになっている。

トルクセンサ 3 2 は、空間中の任意の二つの直交座標を X Y Z 座標軸  
と称するとき、X 軸方向トルクセンサ（第 2 センサ）、Y 軸方向トルクセ  
ンサ（第 3 センサ）、Z 軸方向トルクセンサ（第 4 センサ）としての機能  
20 を持っている。これは、例えば、三軸トルクセンサにより構成可能であ  
る。なお、これら 3 つのセンサの機能を一つで持つ部材を用いる代わり  
に、これら 3 つのセンサを個別に用意してもよい。これにより、ペン型  
操作部 3 1 の X、Y、Z 方向へのトルクを知ることができる。Z 軸は、  
ペン型操作部 3 1 をその軸（長軸）の方向に前進・後退させる向きであ

る。X軸、Y軸はZ軸にそれぞれ直交する軸である。すなわち、X軸は、  
回転検知用ポテンシオメーター33を中心としてペン型操作部31を一  
方向へ回転させたときの回転の向きであり、Y軸は、同じく回転検知用  
ポテンシオメーター33を中心としてペン型操作部31を一方向へ回転  
5 させたときの回転の向きであってX軸と直交する向きである。操作者の  
手により加えられたX、Y、Z各方向へのトルクは、演算部82（図3  
参照）にて演算することにより、移動量に変換される。この際の変換比  
率は変更可能である。また、回転検知用ポテンシオメーター33により  
回転量がわかる。ペン型操作部31は実際に回転させることができる。  
10 これにより、アーム先端の4自由度（X、Y、Z各方向への移動および  
回転検知用ポテンシオメーター33で検知する回転）を検知することが  
可能になる。

上記トルクセンサやそれ以外も含めて、マスターの各センサ（第1セ  
ンサないし第8センサ）が検知した各変化量は、演算部82を通じて演  
15 算され、アクチュエータの移動量に変換される。その際の変換比率はユ  
ーザ（手術者など）が任意に変更可能である。なお、各軸ごとに比率が  
異なってもよい。

操作者の手首3にかぶせる上記術者装着グラブ12は、指で上記ペン  
型操作部31を握れるように、手首3から手2にかけて指の部分が露出  
20 している。

術者装着グラブ12の、手首部分には、4つのセンサが貼り付けられ  
ている。すなわち、17は、曲げセンサを用いて手首の右捻りを検知す  
る尺屈センサ（第7センサ）である。18は、曲げセンサを用いて手首  
の左捻りを検知する橈屈センサ（第7センサ）である。19は、曲げセ

ンサを用いて手首の伸展を検知する伸展センサ（第 6 センサ）である。  
また、手首 3 の裏側で伸展センサ 19 に対応する位置に、曲げセンサを  
用いて手首の屈曲を検知する屈曲センサ 20（第 6 センサ）も貼り付け  
られている。このように、手首 3 の動きについては曲げセンサにより 2  
5 方向（尺屈・橈屈方向、屈曲・伸展方向）が検知可能である。

術者装着グラブ 12 の、手首側の端部には、手首背側にフォトセンサ  
21（第 8 センサ）が貼り付けられている。フォトセンサ 21 は、前腕  
回内外検知用・手首の回転検知用のフォトセンサである。そして、この  
フォトセンサ 21 が隠れるように、術者装着グラブ 12 の、手首側の端  
10 部と重なる位置に、前腕用カバー 13 が配置されるようになっている。  
点線部位の断面を図 1（b）に示す。

手首を回転した際に術者装着グラブ 12 が前腕用カバー 13 に対して  
どれだけ回転したかをフォトセンサ 21 が読みとる。これは、前腕用カ  
バー 13 の内側にランダムな模様を書いておけば可能である。このよう  
15 に、フォトセンサ 21 によって手首 3 の回転が検知可能になる。

このような手術装置を用いると、上記挟持部が、感圧センサ 34 にて  
検知されるペン型操作部 31 への圧力に応じた圧力を受けて挟持の程度  
を増減し、上記基部が、X、Y、Z 軸方向のトルクセンサにて検知され  
る移動量に応じてそれぞれ X'、Y'、Z' 方向に移動し、回転検知用ポ  
テンシオメーター 33 にて検知される回転量に応じて回転する。また、  
20 上記アームが、尺屈センサ、橈屈センサ、伸展センサおよび屈曲センサ  
20 にて検知される運動の量および方向に応じて、上記アーム内の各点  
を中心として回転し、フォトセンサ 21 にて検知される回転量に応じて、  
内部の軸の周りに回転する。

図 3 に示すように、マスター側には術者装着グラブ 8 1 (1 2 と同じ) があり、スレーブ側には各アクチュエーターのドライバ 8 3、各関節駆動用アクチュエーター 8 4、マニピュレーター本体 8 5 があり、マスター側またはスレーブ側には演算部 8 2 がある。術者装着グラブ 8 1 から  
5 は、術者装着グラブの各センサが検知した移動量が演算部 8 2 に入力される。なお、上述したように、トルクセンサで読みとったトルクは、指定された比率に応じて、ここで移動量に変換される。各軸の動作比率は変更可能である。演算部 8 2 からは、これらの移動量情報が指令パルス値として各アクチュエーターのドライバ 8 3 へ伝えられる。また、マニ  
10 ピュレーターを非常停止させるための信号もこの指令パルス値として伝えられる。各アクチュエーターのドライバ 8 3 は、受け取った指令パルス値を各関節駆動用アクチュエーター 8 4 への指示信号へ変換する。各関節駆動用アクチュエーター 8 4 は、この指示信号に基づきマニピュレーター本体 8 5 を駆動するようになっている。

15 尚、発明を実施するための最良の形態の項においてなした具体的な実施態様または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

20

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、マスターとスレーブとを用いて微小外科手術を行う手術装置などのような用途に使用可能である。

## 請 求 の 範 囲

1. 操作者の体の動きを検出するマスターと、上記マスターから伝えられる上記検出した操作者の動き情報に応じた動きをすることで組織に対して手術を行うものであって、手術器具または患部を保持する保持具を有するスレーブとを備えた手術装置において、
- 5 空間中の任意の直交座標系をX Y Z 座標軸とするとき、  
上記マスターが、  
操作者の手の指で保持される先端操作部と、
- 10 操作者の手の指から上記先端操作部に掛かる圧力を検知する第1センサと、  
先端操作部のX方向の移動を検知する第2センサと、  
先端操作部のY方向の移動を検知する第3センサと、  
先端操作部のZ方向の移動を検知する第4センサと、
- 15 先端操作部の、Z軸を軸とする回転を検知する第5センサと、  
操作者の手首の屈曲・伸展を検知する第6センサと、  
操作者の手首の尺屈・橈屈を検知する第7センサと、  
操作者の手首の回転を検知する第8センサとを備え、  
直交座標系であるX' Y' Z' 座標軸において上記保持具の前進・
- 20 後退方向をZ' 軸とし、Z' 軸とそれぞれ直交する軸をX' 軸・Y' 軸とするとき、  
上記スレーブが、上記保持具を支持するアームを有し、  
上記保持具が、手術器具または患部を挟持する挟持部と、挟持部を支持する基部とを有し、

上記挟持部が、第 1 センサにて検知される先端操作部への圧力に応じた圧力を受けて挟持の程度を増減し、

上記基部が、第 2 センサないし第 4 センサにて検知される各移動量に応じてそれぞれ X'、Y'、Z' 方向に移動し、第 5 センサにて検知される回転量に応じて Z' 軸を軸として回転し、

上記アームが、第 6 センサおよび第 7 センサにて検知される運動の量および方向に応じて、上記アーム内の各点を中心として回転し、第 8 センサにて検知される回転量に応じて、内部の軸の周りに回転することを特徴とする手術装置。

2. 上記第 2 ないし第 4 センサがトルクセンサであることを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

3. 上記トルクセンサで読みとったトルクを、指定された動作比率に応じて上記スレーブの各部の移動量に変換する演算部を備えたことを特徴とする請求の範囲 2 に記載の手術装置。

4. 上記演算部における動作比率が可変であることを特徴とする請求の範囲 3 に記載の手術装置。

5. 上記動作比率が上記スレーブの各部ごとに異なっていることを特徴とする請求の範囲 4 に記載の手術装置。

6. 上記先端操作部が、ペン型であることを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

7. 上記第 1 ないし第 8 センサが、操作者の手首にかぶさって指は露出する形状の術者装着グラブに装着されていることを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

8. 上記第 8 センサが、操作者の手首にかぶさって指は露出する形状の



術者装着グラブに装着されており、操作者の前腕を覆う前腕用カバーに対する術者装着グラブの回転量を読み取ることを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

5 9. 上記挟持部が、開閉することで手術器具を挟持することを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

10 10. 上記手術器具が縫合用の針であることを特徴とする請求の範囲 9 に記載の手術装置。

11. 上記挟持部が、開閉することで患部を挟持することを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

10 12. 上記基部が、第 2 センサにて検知される移動量に応じて、内部の点を中心として、少なくとも、水平方向  $\pm 30$  度回転移動することを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

15 13. 上記基部が、第 3 センサにて検知される移動量に応じて、内部の点を中心として、少なくとも、垂直方向  $-45$  度  $\sim 70$  度回転移動することを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

14. 上記基部が、第 4 センサにて検知される移動量に応じて、内部の二点を結ぶ軸に平行に、少なくとも  $5\text{ cm}$  伸張することを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

20 15. 上記基部が、第 5 センサにて検知される回転量に応じて、内部の二点を結ぶ軸の周りに  $180$  度回転することを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

16. 上記アームが、第 6 センサにて検知される運動の量および方向に応じて、内部の点を中心として、少なくとも、垂直方向  $-30$  度  $\sim 70$  度回転することを特徴とする請求の範囲 1 に記載の手術装置。

17. 上記アームが、第7センサにて検知される運動の量および方向に応じて、内部の点を中心として、少なくとも、橈屈25度、尺屈55度回転することを特徴とする請求の範囲1に記載の手術装置。

5 18. 上記アームが、第8センサにて検知される回転量に応じて、内部の二点を結ぶ軸の周りに180度回転することを特徴とする請求の範囲1に記載の手術装置。

1/3

図 1 (a)

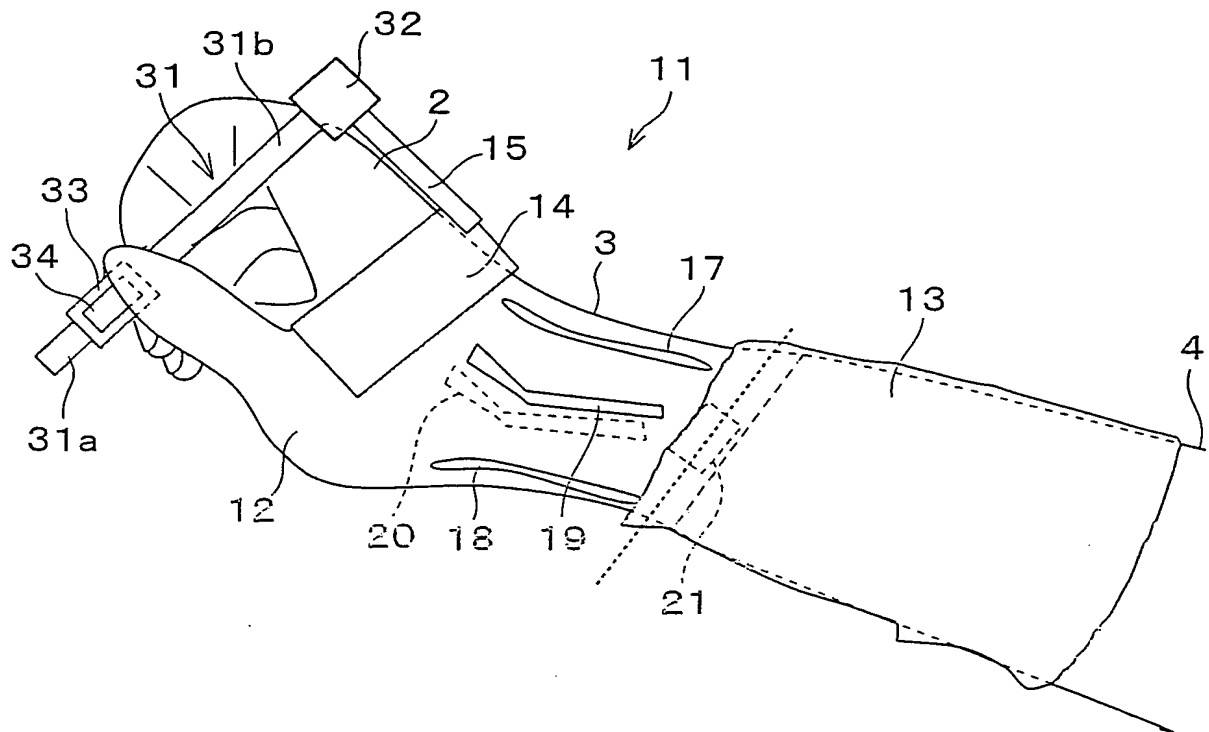
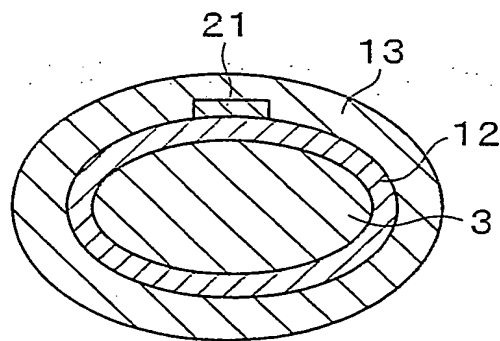
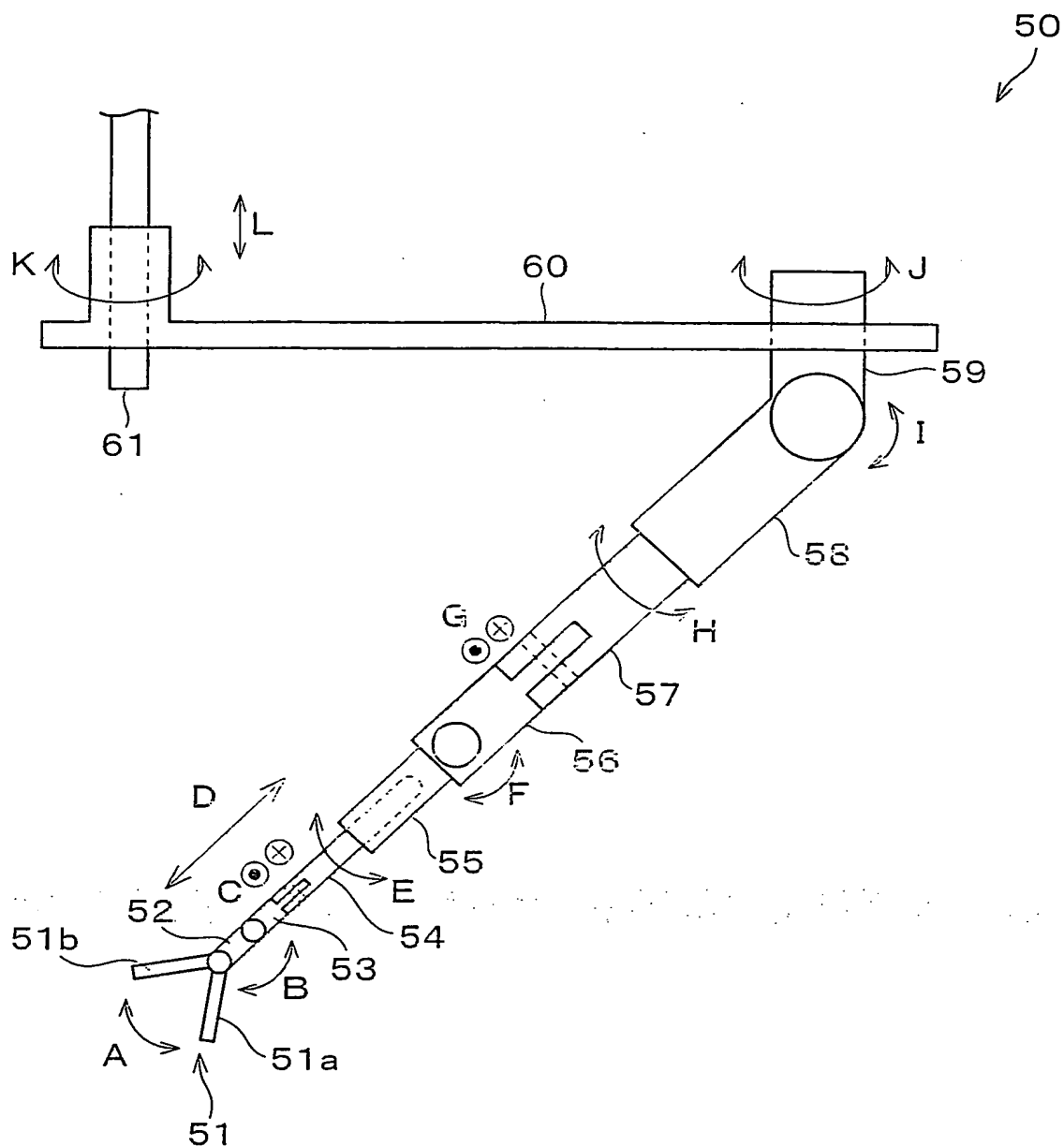


図 1 (b)



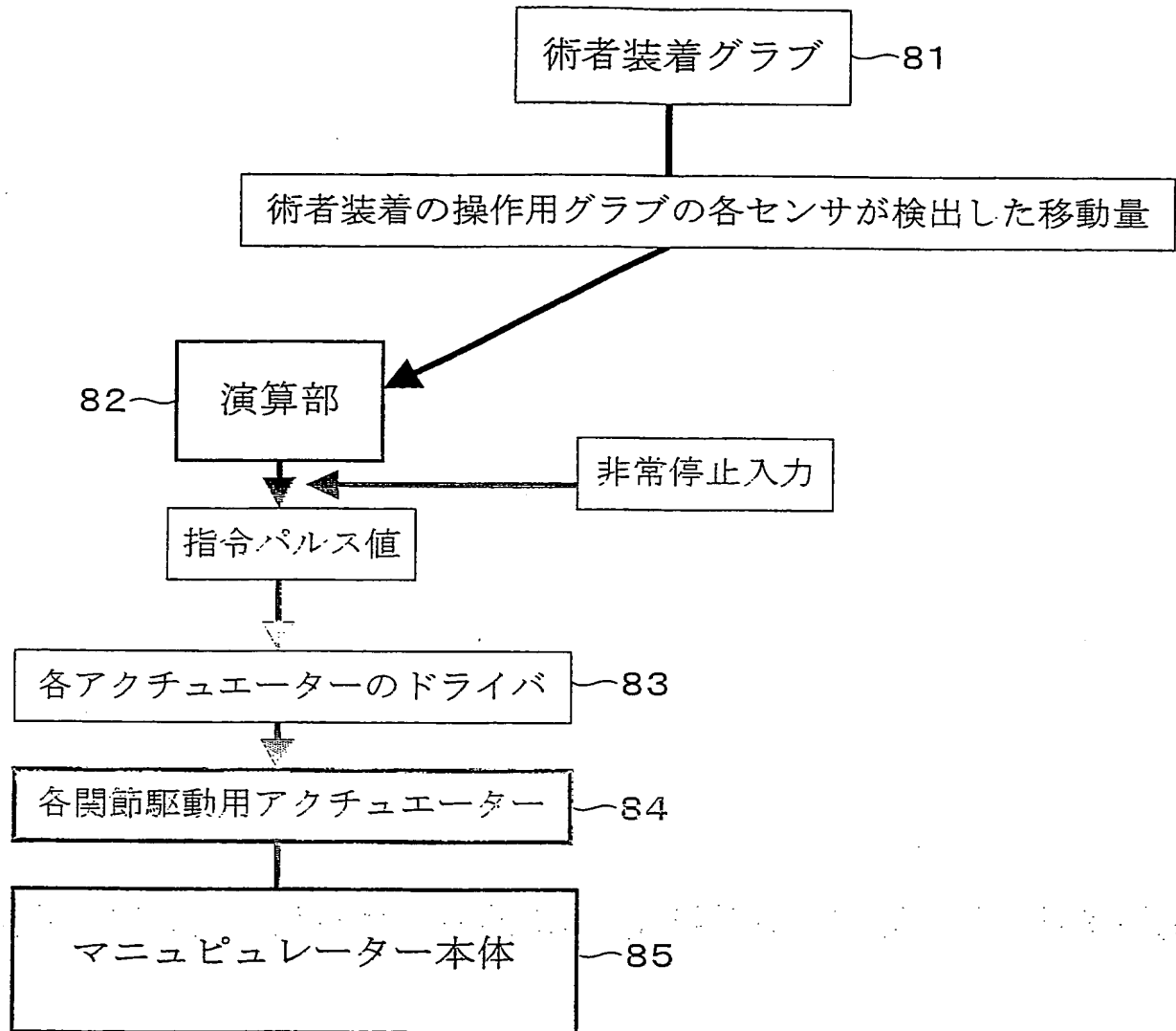
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**